

INFLUÊNCIA DOS TEORES DE TANINO, PROTEÍNA E ÓLEO EM GENÓTIPOS DE SORGO, *Sorghum bicolor* (L) Moench, SOBRE ASPECTOS DA BIOLOGIA DO *Sitophilus zeamays* (Motschulsky, 1855) (Col., Curculionidae). *

RAIMUNDO BRAGA SOBRINHO **
JOSÉ HIGINO RIBEIRO DOS SANTOS ***
RAIMUNDO GLADSTONE M. ARAGÃO ***
FRANCISCO VALTER VIEIRA ***

O sorgo, *Sorghum bicolor* (L) Moench é uma gramínea originária da África, sendo inicialmente explorada no Sudão e Etiópia, MILLER (8).

Em relação à área cultivada, na atualidade, o sorgo é o quinto cereal mais importante do Globo, sendo suplantado apenas pelo trigo, o arroz, o milho e a cevada. O Brasil apresenta-se como o 11º produtor mundial de sorgo segundo o A nuário de Produção da FAO de 1974, representando essa cultura uma importante alternativa para a expansão da sua "fronteira" agrícola, em virtude de fornecer um produto com boa cotação no mercado internacional e se apresentar como uma excelente matéria prima para fabricação de álcool carburante.

Para o Nordeste do Brasil, a gramí-

nea em menção desponta como uma alternativa interessante, por ser uma cultura bastante resistente às estiagens e, ainda assim, proporcionar produções satisfatórias.

Segundo ROSSETTO(13), um dos principais problemas deste cereal relaciona-se ao armazenamento do grão, no qual a capacidade de multiplicação do *Sitophilus zeamays*, uma das principais pragas, é cerca de 4 a 6 vezes maior que no milho.

Os prejuízos causados por pragas de grãos armazenados são vultosos. Pesquisas da FAO, citadas por PUZZI *et al.*(11), revelam que a quantidade de grãos destruídos durante um ano seria suficiente para o abastecimento de mais de 100 milhões de pessoas.

Em vista dos aspectos referidos, é necessário e urgente que se faça um estudo aplicado da biologia do *S. zeamays*, qualificando e quantificando o grau de ataque e de infestação dos grãos armazenados e, ao mesmo tempo, objetivando a seleção de genótipos de sorgo resistentes a tal inseto.

Com base nos resultados encontrados em RUSSEL(14) e no Relatório Anual do CIMMYT(3), estabeleceram-se as seguintes hipóteses que são os objetivos deste trabalho: A forma jovem do *S. zeamays*, alimentada em grãos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L) Moench, com teores crescentes de tanino, pro-

* Trabalho realizado em decorrência do Convênio UFC/BNB/Fundação Ford para o desenvolvimento do sorgo no Estado do Ceará e extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Fitotecnia do C.C.A. - U.F.C.

** Pesquisador da EMBRAPA, bolsista do CNPq e aluno do Curso de Mestrado em Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia do CCA-UFC.

*** Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

teína e óleo apresenta redução no peso de adultos recém-emergidos, redução no número de adultos emergidos e alongamento do período de ovo a adulto, respectivamente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Usaram-se grãos de 10 genótipos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L) Moench, com as seguintes identificações: EA-948, EA-951, EA-2092, EA-955, EA-2141, EA-2129, EA-954, EA-007, EA-2059 e EA-201, pertencentes ao banco de germoplasma do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Todos os 10 genótipos de sorgo foram submetidos à análise de tanino, proteína e óleo.

Caixinhas plásticas com dimensões de 48 x 28 x 18 mm, foram utilizadas para conter o material de cada parcela e confinar os gorgulhos infestantes.

Empregaram-se bandejas de madeira com dimensões de 160 x 110 x 15mm como recipientes para as parcelas de cada bloco, as quais foram colocadas em uma incubadora com temperatura e umidade relativa controladas de $28 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$, respectivamente.

Os gorgulhos infestantes foram anestesiados superficialmente com gás carbônico, para maior facilidade em seu manejo.

Usaram-se, ainda, lupa binocular, utilizada na sexagem dos adultos, a qual foi procedida segundo REDDY(12) e TOLPO & MORRISON(16); balança com precisão de décimo de miligrama para a pesagem dos insetos; picnômetro para a determinação do volume de 100 sementes e Carta de MUNSELL* para a identificação da cor das sementes.

A curva padrão para tanino foi feita em Fotocolorímetro C-36-PROCYON, usando-se um comprimento de onda de 700 milimicras.

A criação de gorgulhos foi realizada em laboratório do Setor de Entomo-

logia do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Os adultos de *S. zea-mays* foram originalmente coletados sobre milho e, em seguida, criados em sorgo, cultivar EA-955, durante 5 gerações, no período de outubro de 1976 a julho de 1977.

Os genótipos de sorgo usados na presente pesquisa permaneceram durante 12 meses em câmara, à temperatura de 13°C . Os grãos não sofreram qualquer tratamento com inseticida, fungicida ou fumigante. Para os referidos genótipos, foram feitas as análises de tanino, proteína e óleo, segundo técnicas de FOLIN-DENIS, KJEDAHL e SOXHLETT, respectivamente.*

Antes da instalação dos ensaios, as amostras foram colocadas em caixinhas plásticas e estas em bandejas de madeira, levadas à estufa com temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$, por 5 dias, para entrar em equilíbrio higroscópico com as condições de realização do trabalho.

O experimento foi delineado em blocos ao acaso com 5 repetições e 10 tratamentos, correspondentes aos 10 cultivares de sorgo.

Cada parcela do experimento constou de 10 g de grãos de sorgo, acondicionados nas caixinhas plásticas, já referidas. Em cada parcela foram confinados 20 espécimes de *S. zea-mays*, não sexados, e de idade adulta variando entre 20 a 50 dias, conforme ROSSETTO(13).

Os cinco blocos contendo os 10 tratamentos foram colocados em uma incubadora à temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$, dando-se um intervalo de 5 dias entre a montagem de um bloco e outro, ocasião em que eram eliminados os gorgulhos infestantes e instalado outro bloco com outros gorgulhos.

A partir do 20º dia após a infestação as parcelas de cada bloco foram examinadas diariamente, a fim de observar-se a emergência dos insetos. Esta etapa prolongou-se até o 70º dia, quando foram encerradas as anotações,

* MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. Munsell Color Company Inc. Baltimore, Maryland 21218 USA, 1954.

* In: A.O.A.C. — Association of Official Agricultural Chemists. Washington 4, D.C. 832 p. 1964.

por não mais se registrar emergência dos mesmos.

A pesagem dos adultos emergidos foi feita diariamente após a permanência dos mesmos durante, aproximadamente, 24 horas em congelador, confinados em vidros hermeticamente fechados, a fim de provocar-lhes a morte.

Para a identificação da espécie usou-se o método descrito por FLOYD & NEWSON(5).

Encerradas as observações e as anotações de laboratório, procedeu-se à tabulação dos dados, constando, respectivamente, do número, peso e período de ovo a adulto de fêmeas, machos e, fêmeas mais machos, conjuntamente.

Para cada um dos aspectos estudados foram calculados a média aritmética e o coeficiente de variação.

Todos os aspectos estudados foram correlacionados entre si, após terem sido submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O número de adultos emergidos, antes da análise de variância, foi transformado para \sqrt{x} , segundo STEEL & TORRIE(15).

Para testar a significância dos diversos coeficientes de correlação, adotou-se o nível fiducial de 5% de probabilidade com $N - 2$ graus de liberdade, sendo o valor de $N = 10$.

Na análise dos dados, empregou-se também a técnica do Coeficiente de Caminhamento, como apresentada por LI(7), DEWEY & LU(4) e PARODA & JOSHI(9), com o objetivo de avaliar-se

a contribuição de cada parâmetro estudado nas variações do número, peso e período de ovo a adulto do inseto pesquisado, uma vez que o uso do coeficiente de correlação simples e da análise de variância, não permitem estudar-se, adequadamente, a influência das diversas variáveis envolvidas.

O coeficiente de caminhamento é simplesmente um coeficiente de regressão parcial estandarizado e, como tal, mede a influência direta de uma variável sobre outra, permitindo a decomposição dos coeficientes de correlação simples em componentes com efeitos diretos e indiretos. O uso do método requer uma situação de causa e efeito entre as variáveis estudadas, havendo a necessidade de se atribuir direção no sistema causal a priori, ou com base em evidência experimental.

Seis variáveis foram incluídas na análise do coeficiente de caminhamento. A natureza do sistema causal está representada diagramaticamente, nas Figs. 1, 2 e 3.

Nos diagramas apresentados, as setas com sentido duplo, indicam associação mútua, medida pelos coeficientes de correlação r_{ij} e as setas unidirecionais, representam a influência direta, medida pelos coeficientes de caminhamento P_{ij} .

Após a definição dos r_{ij} e P_{ij} , estabeleceu-se para cada diagrama um sistema de equações simultâneas, conforme modelo a seguir:

$$r_{16} = P_{16} + r_{12}P_{26} + r_{31}P_{36} + r_{14}P_{46} + r_{15}P_{56}$$

$$r_{26} = P_{26} + r_{12}P_{16} + r_{23}P_{36} + r_{24}P_{46} + r_{25}P_{56}$$

$$r_{36} = P_{36} + r_{36}P_{16} + r_{23}P_{26} + r_{34}P_{46} + r_{35}P_{56}$$

$$r_{46} = P_{46} + r_{14}P_{16} + r_{24}P_{26} + r_{34}P_{36} + r_{45}P_{56}$$

$$r_{56} = P_{56} + r_{15}P_{16} + r_{25}P_{26} + r_{35}P_{36} + r_{45}P_{46}$$

Para o fator residual, P_{x6} obteve-se a seguinte equação:

$$1 = P_{x6}^2 + P_{16}^2 + P_{26}^2 + P_{36}^2 + P_{46}^2 + P_{56}^2 + 2P_{16} r_{12} P_{26} + \\ + 2P_{16} r_{13} P_{36} + 2P_{16} r_{41} P_{46} + 2P_{16} r_{15} P_{56} + 2P_{26} r_{23} P_{36} + \\ + 2P_{16} r_{14} P_{46} + 2P_{26} r_{25} P_{56} + 2P_{36} r_{34} P_{46} + 2P_{36} r_{35} P_{56} + \\ + 2P_{46} r_{45} P_{56}$$

O cálculo dos coeficientes de caminhamento foi executado pelo Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal do Ceará, em computador IBM 1130.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As determinações dos teores de tanino, proteína, óleo, cor, peso e volume de 100 sementes estão sumariadas no Quadro 1.

Os genótipos EA-201 e EA-2059 foram os que apresentaram maior conteúdo de tanino. Para proteína, os sorgos EA-954 e EA-951, tiveram maiores percentagens. Com relação à percentagem de óleo, os cultivares EA-954, EA-951 e EA-007, foram os que mais se destacaram. Já para o peso e volume de 100 sementes, os genótipos

EA-954 e EA-948 mostraram-se superiores aos demais.

Os resultados médios transformados em \sqrt{x} para número de machos mais fêmeas e para cada sexo, isoladamente, encontram-se no Quadro 2, colunas (b), (c) e (d), respectivamente.

A análise de variância não apresentou diferença significativa para o número de fêmeas e machos, separadamente, como também para fêmeas e machos conjuntamente, transformados em \sqrt{x} , motivo pelo qual optou-se por este último resultado para a testagem das hipóteses de trabalho, o qual revelou um coeficiente de variação de 32,86%, evidenciando uma grande variação dentro dos materiais estudados.

Os coeficientes de correlação simples entre o número de adultos emergidos e as diversas variáveis estuda-

QUADRO 1

Teores de Tanino, Proteína e Óleo, Cor, Peso e Volume de 100 Sementes de 10 Diferentes Genótipos de Sorgo, *Sorghum bicolor* (L) Moench. Fortaleza; Ceará, Brasil, 1977

Genótipos de Sorgo	Tanino mg/100 g	Proteína %	Óleo %	Cor *	Peso de 100 Sementes (g)	Volume de 100 Sementes (cm ³)
EA-948	60,24	10,98	3,63	10YR 8/3	3,18	2,57
EA-951	150,60	11,21	3,84	10YR 6/4	3,18	2,47
EA-2092	246,98	9,19	4,08	10R 5/8	2,23	1,64
EA-955	313,25	8,56	3,13	7,5R 7/6	2,32	1,86
EA-2141	361,44	10,76	3,71	7,5YR 6/8	2,75	2,26
EA-2129	487,95	9,19	3,86	2,5R 4/2	2,34	1,87
EA-954	554,21	11,74	4,43	2,5YR 4/6	3,47	2,54
EA-007	626,50	9,86	4,09	2,5YR 4/4	2,41	1,84
EA-2059	1.018,07	8,65	2,85	7,5R 3/8	2,77	2,01
EA-201	1.186,74	8,52	3,68	10R 3/6	1,61	1,04

* Munsell Soil Color Charts (1954).

QUADRO 2

Valores Médios Para os Números, os Pesos, em Miligrama, e os Períodos de Desenvolvimento de Ovo a Adulto, em Dias de (Fêmeas + Machos), Fêmeas e Machos Separadamente, do *Sitophilus zeamays*, Emergidos de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor*. Dados Calculados a Partir de 10 g de Sementes Perfeitas, Infestadas Durante 5 Dias, com 20 Espécimes não Sexuados. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977

GENÓTIPOS DE SORGO (*)	NÚMEROS (*)			PESOS EM MILIGRAMAS (00+00)			PERÍODO DE DESENVOLVIMENTO EM DIAS (00+00)		
	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
EA — 948	4,62	3,26	3,22	2,00 ab	1,94 a	1,90 ab	39,40	39,51	40,42ab
EA — 961	3,87	2,75	2,60	2,11 a	2,11 a	2,11 a	39,84	40,07	39,60abc
EA — 2032	5,94	4,11	4,28	1,03 ab	1,95 a	1,92 ab	37,18	36,81	37,55c
EA — 955	4,34	2,94	3,17	1,77 a	1,84 a	1,72 b	38,88	39,70	38,07c
EA — 2141	4,15	2,88	2,95	1,91 ab	2,01 a	1,89 ab	38,88	38,47	39,29c
EA — 2129	5,32	3,84	3,64	1,75 b	1,80 a	1,75 b	38,42	38,53	38,31c
EA — 964	6,38	4,84	4,30	2,19 a	2,22 a	2,16 a	39,66	38,99	40,13abc
EA — 007	5,02	3,44	3,61	2,02 ab	2,06 a	1,96 ab	38,80	37,65	39,68abc
EA — 2059	5,82	4,08	4,14	1,91 ab	1,93 a	1,90 ab	36,39	38,45	38,32c
EA — 201	4,20	3,34	3,00	1,22 c	1,27 b	1,18 c	41,31	40,44	42,19a
C.V.	32,68%	34,37%	32,09%	7,45%	11,52%	7,57%	6,63%	5,27%	3,33%

(*) Valores transformados em \sqrt{x} .

QUADRO 3

Valores dos Coeficientes de Correlação Simples Para o Período de Ovo a Adulto, o Peso e o Número de Adultos do *Sitophilus zeamays*, Emergidos de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor* e Teores de Tanino, Proteína, Óleo, Volume e Peso de 100 Sementes dos Mesmos Materiais. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977

	Período de ovo a ad. (dias)	Peso de adultos (mg)	Número de adultos	Tanino mg/100g	Proteína (%)	Óleo (%)	Volume de 100 Sementes (cm ³)
Peso de 100 esementes (g)	-0,36	0,86*	0,25	-0,49	0,84*	0,19	0,85*
Volume de 100 sementes (cm ³)	-0,09	0,85*	0,07	-0,63*	0,83 ^o	0,15	—
Óleo (%)	0,35	0,32	0,27	-0,25	0,58	—	—
Proteína (%)	0,30	0,71*	-0,003	-0,53	—	—	—
Tanino mg/100g	0,06	-0,60	0,18	—	—	—	—
N.º de adultos	-0,55	0,35	—	—	—	—	—
Peso de adultos (mg)	-0,36	—	—	—	—	—	—

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

das não foram significativas ao nível de 5% de probabilidade, conforme Quadro 3.

Os efeitos diretos e indiretos da interação entre os números médios de adultos do *S. zeamays* e as demais características estudadas encontram-se no Quadro 4, representados pelos coeficientes de caminhamento (Path Coefficient), esquematizados na Fig. 1.

Os resultados para pesos médios dos indivíduos estão sumariados no Quadro 2, colunas (e), (f) e (g).

As análises de variância foram significativas ao nível de 5% de probabilidade, tanto para fêmeas e machos, isoladamente, quanto para os dois sexos conjuntamente, motivo pelo qual optou-se pelo último resultado para a testagem das hipóteses de trabalho.

Os coeficientes de variação foram relativamente baixos, sendo de 11,52% para o peso das fêmeas, 7,5% para machos e 7,45% para machos mais fêmeas, conjuntamente.

Os coeficientes de correlação simples entre peso de adultos recém-emergidos com o peso e o volume de 100 sementes e a percentagem de proteína nos genótipos de sorgo estudados foram significativos ao nível de 5% de probabilidade (Quadro 3).

Os efeitos diretos e indiretos abrangendo os pesos médios dos adultos

emergidos dos diversos materiais de sorgo estudados, encontram-se no Quadro 5, representados pelos coeficientes de caminhamento (Path Coefficient), esquematizados na Fig. 2.

Os resultados para os períodos médios de ovo a adulto, nos dez materiais de sorgo, estão apresentados no Quadro 2, colunas (h), (i) e (j).

A duração do ciclo das fêmeas não apresentou diferença significativa, o mesmo acontecendo para o ciclo dos machos mais fêmeas.

O período de ovo a adulto dos machos mostrou-se significativo ao nível de 5% de probabilidade. Tendo as características dos machos pouca influência sobre os aspectos estudados e, embora sendo as fêmeas as responsáveis diretas pela capacidade reprodutiva da espécie, optou-se, por coerência com os dois aspectos anteriormente apresentados, pelo resultado abrangendo os dois sexos, para a testagem das hipóteses de trabalho.

Os coeficientes de variação foram 5,27, 3,33 e 6,63% para fêmeas, machos e fêmeas mais machos, respectivamente.

Os coeficientes de correlação simples entre a duração do ciclo e as diversas variáveis estudadas não foram significativas, como mostra o Quadro 3. Os seus efeitos diretos e indiretos encontram-se no Quadro 6, representa-

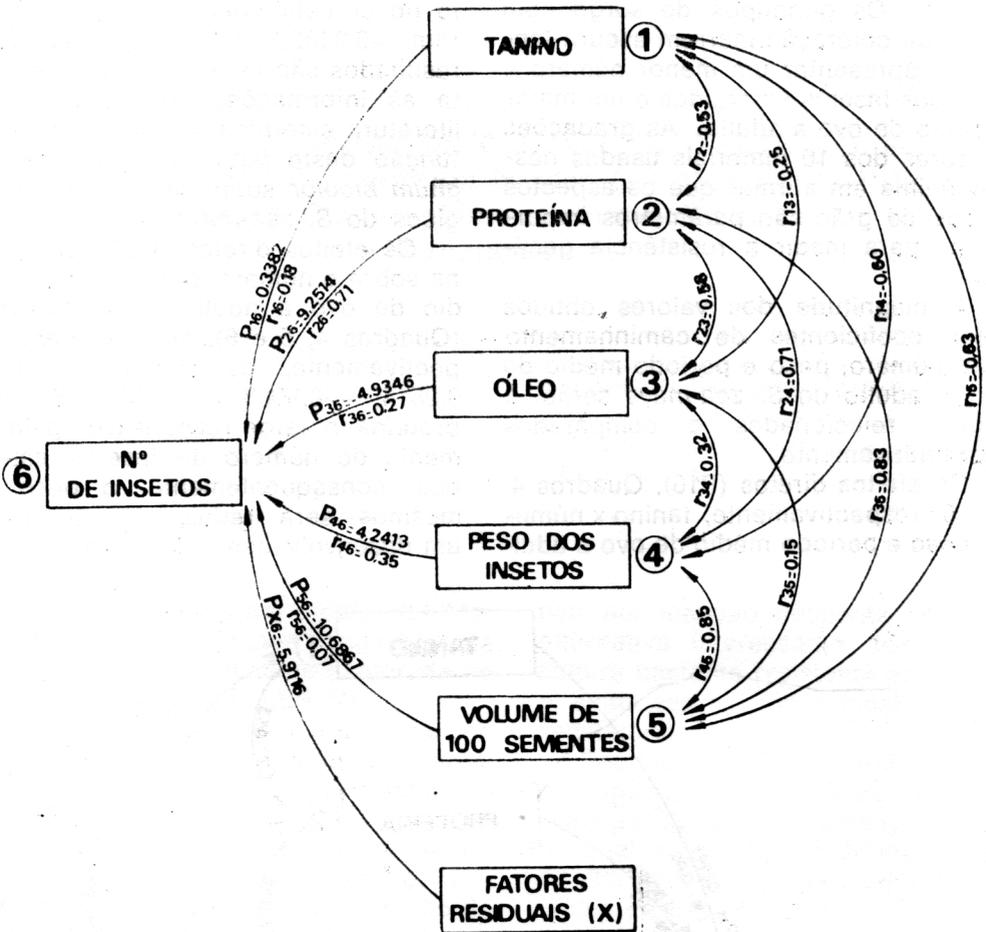


FIG. 1 — Diagrama de Caminhamento e Coeficientes dos Fatores que Influem no Número Médio de Adultos do *Sitophilus zeamays*, Emergidos de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor*. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

te trabalho, encontram-se no Quadro 1. Esta forma de avaliar resistência através da cor do grão foi largamente defendida por FULLER *et al.*(6), CIMMYT(1) e PRINE *et al.*(10). Nos trabalhos referidos, é defendida a idéia de que grãos de sorgo com coloração marrom, possuem um alto teor em tanino, podendo constituir-se em resistência do tipo não preferência para alimentação ou oviposição.

Os resultados obtidos neste trabalho abrem um campo vasto para futuras pesquisas, com vistas à busca de resistência genética nos componentes químicos do grão de sorgo e outros cereais.

Sugere-se, em trabalhos similares, a inclusão de outros caracteres físicos

no estudo de resistência, tais como espessura da camada córnea e dureza do grão de sorgo. A maioria dos autores dos pelos coeficientes de caminhamento, esquematizados na Fig. 3.

Alguns aspectos da biologia do *Sitophilus zeamays* foram abordados neste trabalho, com o objetivo de fornecer subsídios aos pesquisadores interessados no melhoramento da cultura do sorgo, especialmente, visando fatores de resistência ao ataque de insetos do gênero *Sitophilus*.

Buscou-se, nesta pesquisa, fatores de resistência genética, intimamente relacionados com a sobrevivência do *S. zeamays*.

Um parâmetro importante para medir resistência refere-se à cordas se-

mentos. Os genótipos de sorgo com grãos de coloração marrom escura tendem a apresentar um menor número e peso dos insetos emergidos e um maior período de ovo a adulto. As gradações de cores dos 10 materiais usados nesse é unânime em afirmar que os aspectos físicos do grão são parâmetros importantes para medir a resistência genética.

A magnitude dos valores obtidos pelos coeficientes de caminhamento para número, peso e período médio de ovo a adulto do *S. zea-mays* serão, a seguir, relacionados e comparados quantitativamente.

Os efeitos diretos (P16), Quadros 4, 5 e 6, respectivamente, tanino x número, peso e período médio de ovo a adul-

to do curculionídeo em referência, foram $-0,3382$, $-0,2145$ e $0,3403$. Estes resultados são evidentes, tendo em vista as informações apresentadas pela literatura científica, no que concerne à função deste fenol em grãos de *Sorghum bicolor* sobre os aspectos biológicos do *S. zea-mays*.

Os efeitos diretos (P26), da proteína sobre o número, peso e período médio de ovo a adulto do *S. zea-mays* (Quadros 4, 5 e 6), apresentaram, respectivamente, os seguintes valores: $9,2514$, $-0,9083$ e $0,6263$. Sendo a proteína o fator responsável pelo aumento do número de insetos emergidos, conseqüentemente, o peso dos mesmos será reduzido, ocasionando um desenvolvimento mais lento das lar-

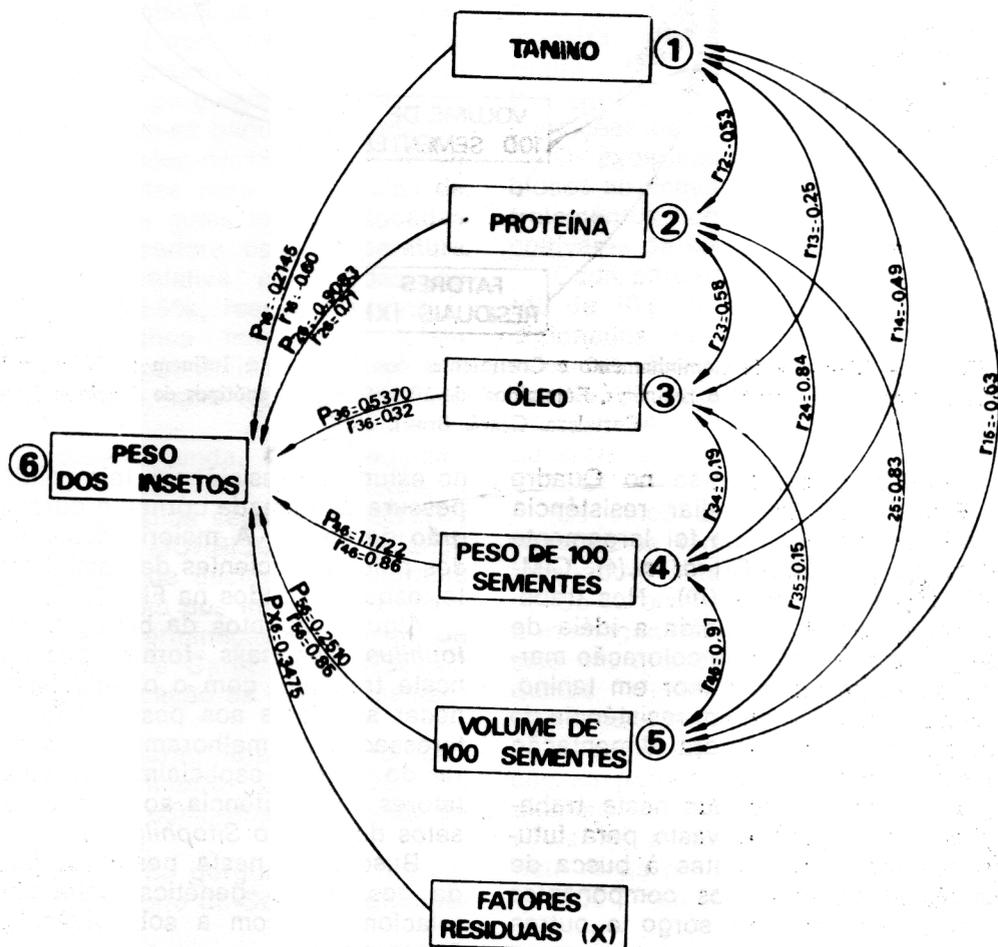


FIG. 2 — Diagrama de Caminhamento e Coeficientes dos Fatores que Influem no Peso Médio de Adultos do *Sitophilus zea-mays*, Emergidos de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor*. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

QUADRO 4

Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r), Entre os Números Médios dos Adultos, do *Sitophilus zeamays*, Emergidos de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor* e os Teores de Tanino, Proteína, Óleo, Pesos Médios dos Insetos e Volume de 100 Sementes dos Mesmos Materiais. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

CAUSA E EFEITO	SÍMBOLOS	VALORES
Efeito Direto	(P) 16	-0,3382
Efeito Indireto	(r P) 12 26	-4,9032
" "	(r P) 13 36	1,2336
" "	(r P) 14 46	-2,5448
" "	(r P) 15 56	6,7326
Número de Insetos x Teor de Tanino	r) 16	6,7326 0,1800
Efeito Direto	(P) 26	9,2514
Efeito Indireto	(r P) 12 16	0,1793
" "	(r P) 23 36	-2,8620
" "	(P) 24 46	3,0113
" "	(r P) 25 56	-8,8700
Número de Insetos x Teor de Proteína	(r) 26	0,7100
Efeito Direto	(P) 36	-4,9346
Efeito Indireto	(r P) 13 16	0,0845
" "	(r P) 23 46	5,3658
" "	(r P) 34 46	1,3672
" "	(r P) 36 56	-1,6030
Número de Insetos x Teor de Óleo	(r) 36	0,2700
Efeito Direto	(P) 46	4,2413
Efeito Indireto	(r P) 14 16	0,2029
" "	(r P) 24 26	6,5686
" "	(r P) 34 36	-1,5791
" "	(r P) 45 56	-9,0837
Número de Insetos x Peso dos Insetos	(r) 46	0,3600
Efeito Direto	(P) 56	-10,6867
Efeito Indireto	(r P) 15 16	0,2131
" "	(r P) 25 26	7,6787
" "	(r P) 35 36	-0,7402
" "	(r P) 45 45	3,6051
Ns. de Insetos x Volume de 100 Sementes	(r) 56	0,07
Fator Residual	(P) x5	-5,9115

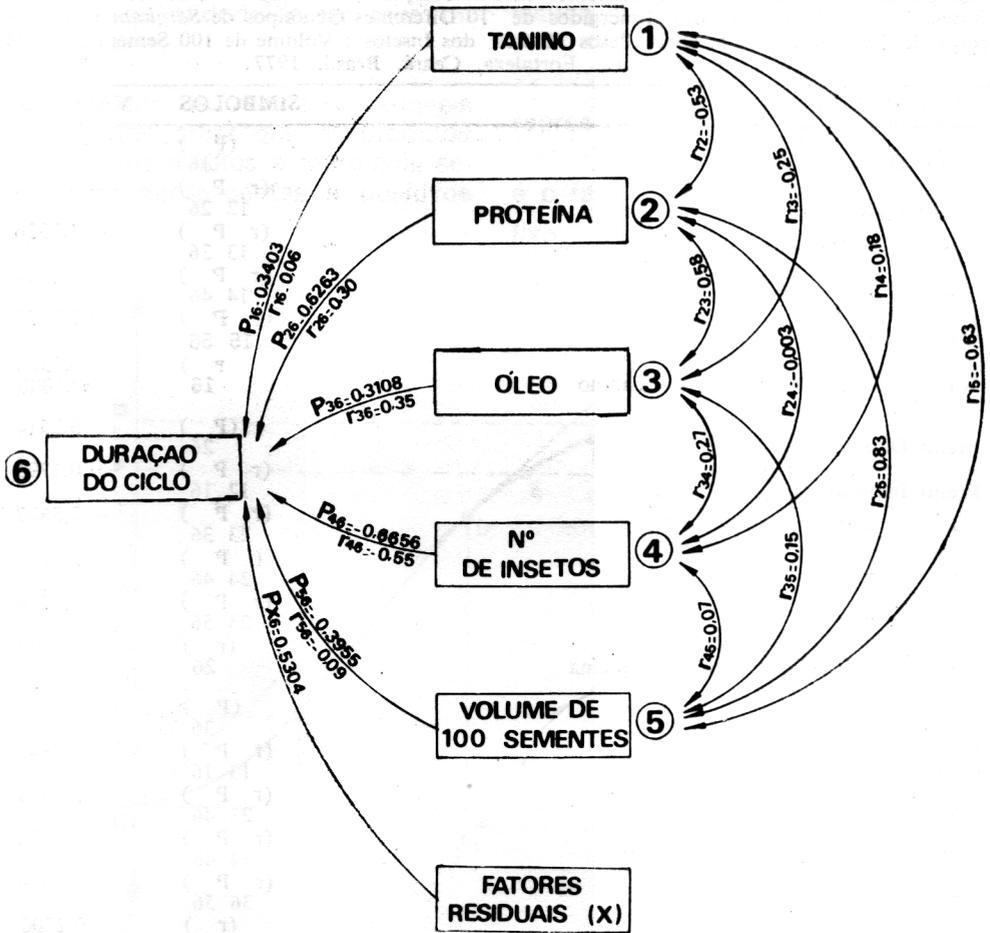


FIG. 3 — Diagrama de Caminhamento e Coeficientes dos Fatores que Influem no Período de Ovo a Adulto do *Sitophilus zeamays*, Emergidos de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor*. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

vas e, como consequência imediata, o alongamento do período de ovo a adulto do inseto em menção. Estes resultados são muito importantes pois podem contribuir para dirimir controvérsias de autores, a saber, VILLACIS *et al.*(17) e CIMMYT(2), com respeito à função dessa substância sobre os aspectos biológicos apontados para o *S. zeamays*.

A contribuição dos efeitos diretos (P36) Quadros 4, 5 e 6, teor de óleo x número, peso e período médio de ovo a adulto do gorgulho em estudo foram, respectivamente, —4,9346, 0,5370 e 0,3108. Isto revela ser o efeito antagônico do óleo no aumento do número dos insetos emergidos, fator condicio-

nante para o aumento do peso e alongamento do período de ovo a adulto do *S. zeamays*.

Comparando-se os efeitos indiretos (r12P26), Quadros 4, 5 e 6, influência do teor de tanino via proteína sobre o número, peso e período médio de ovo a adulto (cujos valores foram, respectivamente, —4,9032, 0,4814 e —0,3319), vê-se confirmada a função do tanino em ação conjunta com a proteína, qual seja, redução do número de insetos, consequentemente, aumentando-lhes o peso, e ocasionando redução do período de ovo a adulto, devido ao rápido desenvolvimento das larvas.

Os efeitos combinados (r23P26), óleo, via proteína sobre o número, peso

QUADRO 5

Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r), Entre os Pesos Médios dos Adultos de *Sitophilus zeamays*, Emergidos de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor* e os Teores de Tanino, Proteína, Óleo, Peso e Volume de 100 Sementes dos Mesmos Materiais. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

CAUSA E EFEITO	SÍMBOLOS	VALORES
Efeito Direto	(P) 16	-0,2145
Efeito Indireto	(r P) 12 26	0,4814
" "	(r P) 13 36	-0,1344
" "	(r P) 14 46	-0,5744
" "	(r P) 15 56	-0,1581
Peso dos Insetos x Teor de Tanino	(r) 16	-0,6000
Efeito Direto	(P) 26	-0,9080
Efeito Indireto	(r P) 12 16	0,1137
" "	(r P) 23 36	0,3115
" "	(P) 24 46	0,9847
" "	(r P) 25 56	0,2084
Peso dos Insetos x Teor de Proteína	(r) 26	0,7100
Efeito Direto	(P) 36	0,5370
Efeito Indireto	(r P) 13 16	-0,5278
" "	(r P) 23 26	-0,5278
" "	(r P) 34 46	0,2227
" "	(r P) 35 56	0,0375
Peso dos Insetos x Teor de Óleo	(r) 36	0,3200
Efeito Direto	(P) 46	1,1722
Efeito Indireto	(r P) 14 16	0,1052
" "	(r P) 24 26	-0,7630
" "	(r P) 34 36	0,1020
" "	(r P) 45 56	0,2436
Peso dos Insetos x Peso de 100 Sementes	(r) 46	0,8600
Efeito Direto	(P) 56	0,2510
Efeito Indireto	(r P) 15 16	0,1361
" "	(r P) 25 26	-0,7538
" "	(r P) 35 36	0,0806
" "	(r P) 45 46	1,1371
Peso dos Insetos x Volume de 100 Sementes	(r) 56	0,8500
Fator Residual	(P) x6	0,3475

QUADRO 6

Decomposição dos Valores dos Coeficientes de Correlação (r), Entre a Duração do Ciclo do *Sitophilus zeamays* e os Teores de Tanino, Proteína, Óleo, Números Médios de Adultos do Mesmo Inseto e Volume de 100 Sementes de 10 Diferentes Genótipos de *Sorghum bicolor*. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

CAUSA E EFEITO	SÍMBOLOS	VALORES
	(P)	0,3403
Efeito Direto	16	
	(r P)	-0,3319
Efeito Indireto	12 26	
" "	(r P)	-0,0777
" "	13 36	
" "	(r P)	-0,1198
" "	14 46	
" "	(r P)	0,2491
" "	15 56	
" "	(r)	0,060
Duração do Ciclo x Teor de Tanino	16	
	(P)	0,5263
Efeito Direto	26	
	(r P)	-0,1803
Efeito Indireto	12 16	
" "	(r P)	0,1603
" "	23 36	
" "	(r P)	0,0020
" "	24 46	
" "	(r P)	-0,3283
" "	25 56	
" "	(r)	0,3000
Duração do Ciclo x Teor de Proteína	26	
	(P)	0,3100
Efeito Direto	36	
	(r P)	-0,0851
Efeito Indireto	13 16	
" "	(r P)	0,3633
" "	23 26	
" "	(r P)	-0,1797
" "	34 46	
" "	(r P)	-0,0593
" "	36 56	
" "	(r)	0,3500
Duração do Ciclo x Teor de Óleo	36	
	(P)	-0,6556
Efeito Direto	46	
	(r P)	0,0514
Efeito Indireto	14 16	
" "	(r P)	-0,0020
" "	24 26	
" "	(r P)	0,0839
" "	34 36	
" "	(r P)	-0,0277
" "	45 56	
" "	(r)	-0,5500
Duração do Ciclo x Número de Insetos	46	
	(P)	-0,3955
Efeito Direto	56	
	(r P)	-0,2144
Efeito Indireto	15 16	
" "	(r P)	0,5198
" "	25 26	
" "	(r P)	0,0466
" "	36 36	
" "	(r P)	-0,0465
" "	45 46	
" "	(r)	-0,0900
Duração do Ciclo x Vol. de 100 Sementes	56	
	(P)	0,5304
Fator Residual	x6	

e período médio de ovo a adulto do *S. zea-mays* foram, respectivamente, 5,3658, —0,5278 e 0,3633, revelando uma seqüência de efeitos, qual seja: Óleo sob a ação da proteína em grãos de sorgo, produziu aumento do número de insetos e, conseqüentemente, redução do peso dos mesmos, ocasionando alongamento do período de ovo a adulto, devido ao lento desenvolvimento das larvas.

Os efeitos diretos (P56), volume de 100 sementes x número, peso e período médios de ovo a adulto do *S. zea-mays*, produziram, respectivamente, os seguintes valores: —10,6867, 0,2510 e —0,3955. Isto sugere a conclusão de que os genótipos com sementes de menor volume reduzem o número e, conseqüentemente, aumentam o peso e encurtam o período de ovo a adulto do inseto estudado.

As associações dos efeitos indiretos (r25P56), Quadros 4, 5 e 6, volume de 100 sementes via proteína sobre o número, peso e período médio de ovo a adulto do curculionídeo foram, respectivamente, 7,6787, —0,7538 e 0,5198. Isto conduz à mesma seqüência de raciocínio já verificada em parágrafos anteriores.

Com base nas evidências proporcionadas pelos coeficientes de caminhamento, o pesquisador consegue um maior número de informações, podendo inferir com segurança sobre as relações de causa e efeito dos aspectos estudados. Assim sendo, constatou-se que a variabilidade genética do germo-plasma, do *S. bicolor*, justifica trabalhos de melhoramento e seleção, os quais busquem um balanceamento tal, entre os teores de tanino, óleo e proteína do grão, que assegure resistência ao *S. zea-mays*, sem abaixar o valor alimentício do cereal.

CONCLUSÕES

Levando-se em consideração os aspectos biológicos estudados, as hipóteses de trabalho, as condições de realização da pesquisa e a importância econômica do *Sorghum bicolor* (L) Mo-

ench, no Estado do Ceará, Brasil, foram extraídas as seguintes conclusões, julgadas mais importantes:

— Os teores de tanino e óleo em grãos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L) Moench podem ser considerados parâmetros importantes com vistas à resistência do cereal ao ataque do *S. zea-mays*, no que concerne à redução do número de adultos emergidos. Já os altos teores de proteína, favorecem ao aumento do volume de adultos do mesmo inseto;

— Os conteúdos de tanino, óleo e proteína em grãos de *Sorghum bicolor* (L) Moench, se devidamente balanceados, podem ser considerados parâmetros importantes para a resistência ao ataque do *S. zea-mays*, com vistas à redução do peso e período de ovo a adulto do inseto em estudo. No entanto, altos teores de óleo, produzem efeito contrário, aumentando o peso dos gorgulhos recém-emergidos; e

— A variabilidade genética do germo-plasma de sorgo permite que se faça um estudo mais profundo de seleção e melhoramento com relação à sua resistência ao *Sitophilus zea-mays*.

SUMMARY

The insect *Sitophilus zea-mays* damages sorghum *Sorghum bicolor* (L) Moench grains during larval stage. The insect resistance has been known to be associated with the grain composition. Extent of insect attack, weight of recently emerged adults and duration of egg to adult life cycle were studied in 10 cultivars of sorghum. Different variables were subjected to the analysis of variance, simple correlation and "path of coefficient". The first two approaches did not yield useful information, however the following conclusions can be drawn from the "path coefficient":

— Increase in oil content of the grain and tannic acid would reduce the number of recently emerged adults

with protein quantity showing opposite trend;

— Protein and tannic acid were inversely proportional to the weight of individual adults with oil content giving contradictory results, and

— All three ingredients prolonged the egg to adult life-cycle.

Since it appears to exist a great deal of genic variability in sorghum lines in respect to resistance to this insect, further critical research is recommended.

LITERATURA CITADA

1. CIMMYT. 1966/67. Informe, Maiz. México, p. 15-54.
2. ———. 1968/69. Report. México, 112 p.
3. ———. 1975. Revision de Programas. México, 112 p.
4. DEWEY, D.R. & K.H. LU. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron. J. 5: 515-518.
5. FLOYD, D.H. & NEWSON, L.D. 1959. Biological study of the rice weevil complex. Ann. Entomol. Soc. Amer. College Park, 52 (6): 687-695.
6. FULLER, H.L.; POTTER, D.K. & BROWN, A.R. 1966. The feeding value of grain sorghums in relation to their tannin content. University of Georgia. Bull. U.S. Dep. Agric., Washington, 176 p.
7. LI, C.C. 1956. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. Biometrics, 2: 190-210.
8. MILLER, F.R. 1977. Use of sorghum to processed fermented energy sources. Texas Agric. Exp. Sta. 17 p.
9. PARODA, R.S. & A.B. JOSHI. 1970. Correlation, path coefficient and the implication of discriminant function for selection in wheat (*Triticum aestivum*). Heredity, Lon. 25: 283-392.
10. PRINE, G.M.; LUTRIX, M.C. & LIPSCOMB, R.W. 1967. Old crop has new outlook. Sunshine State Agricultura, 12 (3): 12-13.
11. PUZZI, D.; ORLANDO, A. & ZAGATTO, A.C. 1963. Estudo sobre a atividade de diversos inseticidas empregados na proteção dos grãos armazenados. Biol. São Paulo, 29 (2): 27-29.
12. REDDY, B. BAP. 1951. Determination of sex in adult rice an granary weevils (Coleoptera: Curculionidae). Pan Pacific Entomol. 27 (1): 13-16.
13. ROSSETTO, C.J. 1972. Resistência do milho a pragas da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zea-mays* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier). (Tese - Doutor — ESALQ-USP). Campinas, 111 p.
14. RUSSEL, M.P. 1962. Effects of sorghum varieties on the lesser rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). I. Oviposition, immature mortality, and size of adults. Ann. Entomol. Soc. Amer. College Park 25 (6): 678-685.
15. STEEL, R. & TORRIE, J. 1960. Principles procedures of statistics. Mc. Graw-Hill Book Company Inc., New York, 481 p.
16. TOLPO, N.C. & MORRISON, E.O. 1965. Sex determination by snout characteristics of *Sitophilus zea-mays* Motschulsky, Tex. J. Sci. Texas, 17 (1): 122-124.
17. VILLACIS, J.S.; SOSA, C.M. & ORTEGA, A.C. 1972. Comportamento de *Sitotroga cerealella* Olivier (Lep.: Gelechiidae) y de *Sitophilus zea-mays* Motschulsky (Col.: Curculionidae) em dez tipos de maiz com características contrastantes. Rev. Per. Entomol. 15 (1): 153-164.